

## LA EVOLUCIÓN,... A ESCENA DE CÓMO EL GRUPO PROMETEO ENSEÑA ASPECTOS SOBRE LA EVOLUCIÓN Y DE LOS RECURSOS QUE PUEDEN EMPLEARSE PARA ELLO<sup>(1)</sup>

Fco. Javier Mateos Maroto  
Divulgador de la Ciencia  
*Coordinador de Prometeo Ciencias<sup>1</sup> (Zaragoza)*

(\*) Texto escrito de la conferencia presentada por el autor en las *II Jornadas "Eureka" sobre Aspectos Lúdicos en la Enseñanza de las Ciencias*, celebrado en Puerto Real (Cádiz) en noviembre de 2003.

### RESUMEN

*En este trabajo se presenta no sólo ideas asociadas al concepto científico de Evolución, sino también aspectos acerca de cómo funciona la Ciencia, cómo son los científicos y los prejuicios que rodean la idea de Evolución y de Ciencia en general. Además de analizar algunas de las dificultades que encierra la comprensión de este concepto, se presentan recursos de interés para facilitar su conceptualización, entre ellos, el uso de la ciencia ficción a través del cine, juegos de escritura y materiales cercanos de fácil adquisición como, por ejemplo, plastilina.*

**Palabras claves:** *ciencia ficción como recurso, cine, divulgación científica, enseñanza de las ciencias, evolución*

### EL ORIGEN

*"Quien copia a uno plagia, quien copia a cien investiga"*

¿Por qué una actividad sobre la Evolución? Por varios aspectos:

- i. Porque a mucha gente le resulta difícil entender el proceso evolutivo.
- ii. Porque existe una enorme cantidad de desafortunados tópicos o clichés acerca de la evolución (y también sobre la Ciencia).
- iii. Porque aún cuando se posee un cierto conocimiento sobre el proceso evolutivo éste suele estar frecuentemente "contaminado" por un cierto Lamarckismo.
- iv. Y el más importante: porque era el tema de la primera actividad que contrataron.

Al diseñar esta actividad, quería hacer una actividad que no sólo presentara ideas "correctas" acerca del concepto de Evolución, también quería mostrar cómo funciona la Ciencia, cómo son los científicos y los prejuicios que rodean la idea de la Evolución y la Ciencia en general. Es decir una actividad que el participante no sólo supiera más de Ciencia, sino también "acerca" de la Ciencia.

Creo que la Ciencia sirve para que la gente piense por sí misma. No se puede separar Ciencia de Sociedad, pero habitualmente se contemplan como dos esferas distintas, idea ésta que puede ayudar a conformar la imagen autoritaria de la Ciencia.

Esta actividad es el resultado de muchas sesiones (más de dos, seguro), de mejora paulatina y de incluir (copiar) muchas aportaciones de otros colegas (sobre todo las más baratas).

Realmente, esta actividad lleva el proceso de calidad de cualquier otro producto de "Prometeo Divulgación Científica"<sup>1</sup>,... admito que se nota mucho que me estoy vendiendo, ipero intento vivir de esto!

## EL DESARROLLO DEL TRABAJO

*"Me desperté decidido actuar. Esa mañana iba a ser la mañana de lo inesperado. En ése momento el reloj dio la una en punto"*

Al empezar una actividad con un grupo me gusta realizar una pregunta que me oriente sobre el estado de conocimientos previos del participante (un ejercicio muy recomendable sobre la "Percepción social de la Ciencia"). En esta actividad, un buen comienzo era preguntar a los participantes qué entendían por "Evolución". ¿Cómo sería la definición dada por los alumnos? No tardé en comprobar que, para la mayoría de los alumnos, "Evolución" iba asociada a "Progreso" (como "Dinero" a "Felicidad"). Mi trabajo tenía que ser un trabajo de zapa. Tendría que arrancar prejuicios y clichés muy soterrados en la cultura popular y para ello una simple pregunta no me bastaba.

Así pues, pensé que sería más adecuado sustituir mi pregunta por un pequeño test que me permitiera conocer de forma mucho más amplia los conocimientos y creencias previas del participante. A la larga, estos resultados no sólo me iban a permitir conocer un perfil general/medio del participante, con los que podría ajustar la actividad a las necesidades reales. También, como se vió posteriormente, se iban a mostrar como una valiosa "cata" con la que medir algunos aspectos y prejuicios sociales del estudiante de secundaria. Y ello, gracias a una profesora de Biología de Barcelona: Cristina Villalba.

Cristina Villalba es bióloga, profesora, investigadora, madre, escritora y llevaba años trabajando en solitario el tema de la Evolución (lo que se dice una campeona). De una forma casual (episodio que alargaría esta conferencia de forma innecesaria y que aquí no viene a cuento) pude leer su artículo en la revista oficial del Colegio de Biólogos sobre la necesidad de una enseñanza más precisa de la evolución en el segundo ciclo de secundaria.

Tomé contacto de inmediato con ella, y lo primero que pudimos comprobar es que de forma paralela, ella, al igual que yo, había desarrollado un test con el que medir el estado de "prejuicios" del alumnado. Este test era mucho más adecuado que el que había diseñado de modo que con una mínima adaptación lo "adopté" (por no decir que lo copié) en las actividades.

El test contiene las siguientes preguntas:

1.- En estas preguntas señala la respuesta que creas correcta:

1.1 ¿Cuántos años crees que tiene nuestro planeta?

- a) Aproximadamente 4500 años.
- b) 4500 millones de años.
- c) 10 millones de años.

1.2 ¿Cuánto tiempo hace que apareció la vida en la Tierra?

- a) 200 millones de años.
- b) Aproximadamente 200000 años.
- c) 3500 millones de años.

1.3 ¿Cuánto tiempo hace que apareció nuestra especie?

- a) 2 millones de años.
- b) Aproximadamente 2000 años.
- c) Unos 40000 años.

2.- ¿Con cual de estos animales crees que compartimos un antepasado común más cercano?

- a) Chimpancé.
- b) Gorila.
- c) Orangután.

3.- ¿Cuál es el nombre científico de nuestra especie?

4.- Coloca una "V" si crees que la afirmación es verdad o una "F" si crees que es falsa:

- a) Los humanos cazaban dinosaurios para poder comer.
- b) Las aves se originaron a partir de los dinosaurios.
- c) Con la evolución los chimpancés adquirieron inteligencia.
- d) Las especies que vemos en la Tierra siempre han sido las mismas.
- e) Las razas humanas son muy diferentes genéticamente.

Conforme iba realizando estos test, remitía sus resultados a Cristina y, como se ha comprobado posteriormente, los resultados reflejaron una inquietante mala interpretación de algunos aspectos de la Evolución. Tanto es así que Cristina ha conseguido una beca de investigación de la Generalitat de Catalunya para conocer y mejorar el estado de la enseñanza de la evolución humana y crear actividades con las que pueda enseñarse de forma más adecuada y motivadora la evolución. De algún modo, todo esto le ha servido a una persona para algo.

## DEFINIENDO LA EVOLUCION

Que yo sepa, ningún ser humano ha muerto por ignorar la "Teoría de la Evolución" pero sí que sé que muchísimos han muerto a manos de otros seres humanos que la interpretaron a su manera (principalmente, pretendiendo usarla como una justificación a determinadas ideas y actos).

Un buen comienzo para la actividad, era empezar dando a mis alumnos una herramienta muy útil: La definición de "Evolución". Debía dar una definición clara, útil, práctica y sencilla, "de andar por casa" que permitiera funcionar con ella a los

asistentes. ¿Cómo definir la Evolución? Al principio la definición más sencilla que se me ocurrió fue: "Descendencia con modificación". Así de simple, la verdad.

No obstante desterrar la idea de "Progreso hacia algo" no era tan sencillo. Para ello debía hacer ver que no existe una tendencia "hacia algo". Y estamos rodeados de este prejuicio (y otros más). ¿Cómo podría hacer ver e ilustrar este prejuicio de forma amena y cercana? Con la Ciencia Ficción.

En Noviembre de 1999, participé invitado en el Congreso Internacional de Enseñanza de la Astronomía en Vilanova i la Geltrú (donde no creo que me vuelvan a invitar) y allí coincidí con el profesor Manuel Moreno (una persona genial). De este modo tuve la ocasión de conocer de primera mano su trabajo, pionero en nuestro país, junto con el profesor Jordi José.

Manuel Moreno y Jordi José llevan años trabajando con la Ciencia Ficción como un recurso válido y motivador para la enseñanza de la Ciencia (al Ciberpaís me remito). Cuando era pequeño me fascinaba ver cualquier película de género espacial (incluso las archí conocidas de serie B), y la mayoría de mis libros favoritos (*"Viaje al centro de la tierra"*, *"La máquina del tiempo"*, *"Oveja mansa"*, etc. pertenecen a éste género literario). Quizás por eso me hice divulgador científico,... por supuesto que esto último es mentira, pero admito que queda muy bien citarlo de esta forma.

La verdad es que siempre me ha gustado la Ciencia Ficción. La posibilidad de emplear la literatura y las películas de Ciencia Ficción de una forma constructiva para enseñar Ciencia, me resultó una idea atractiva y motivadora desde el principio. Y conocer el trabajo de Manuel Moreno y Jordi José me reafirmó en esta convicción.

Mi experiencia en el campo de la animación lectora, invitando a leer a través de este tipo de literatura siempre ha sido satisfactoria. Y no sólo eso, el campo de la Ciencia Ficción es enorme y abarca cualquier tema que se desee trabajar y no sólo física,... historia, sociología, filosofía, química, geología, etc. Las posibilidades son enormes, como un piso de techos altos.

Mi asombro creció cuando Manuel Moreno me comentó que no tenía constancia de que éste método de invitar a conocer la Ciencia estuviera muy generalizado en nuestro país, más aún, en una inmensa mayoría de casos está mal visto y se considera poco adecuado. Mucha gente acusa a éste género de resultar, en ocasiones, "infantil". Es cierto, pero funciona, y... ¿tan malo es llevar un niño dentro? Creo que todos deberíamos ser un poco como niños.

Mi asombro pasó a ser estupefacción cuando además la mayoría de las personas que pudieran emplear éste método parecían circunscribirse únicamente al área de Física. Creo que el empleo de la Ciencia Ficción para enseñar y divulgar Ciencia, es una herramienta idónea, y mucho más, en el aula (luego pude comprobar este extremo, ya que al 90% de los niños, adolescentes y jóvenes les encanta la Ciencia Ficción).

Además, esta herramienta, cumple una importante función interdisciplinar aunando Literatura, Ciencia y Filosofía, característica ésta que, para mí, la convierte en una herramienta idónea y barata, para abrir un necesario (y creo que satisfactorio) contacto entre los departamentos de cualquier centro de secundaria (tan aparentemente dispares para muchos como el de Literatura y el de Geología).

Animado, me dispuse a echar mano a grandes clásicos de la Ciencia Ficción y películas del género que trataran aunque fuera de una forma tangencial la idea de evolución. La lista de películas era enorme: *"El mundo perdido"*, *"El planeta de los Simios"*, *"El tiempo en sus manos"*, *"El enigma de otro mundo"*, *"Planeta prohibido"*, *"Viaje al centro de la Tierra"*, etc.

No obstante había una película (de rabiosa actualidad por aquel momento) llamada *"Evolution"*. El análisis de la película incluía algunos aciertos y bastantes desaciertos. Puse especial cuidado en la forma que escogía para señalar los desaciertos del guión. Habitualmente la forma que conozco en la que se critican los errores cometidos en las películas de Ciencia ficción no me convence demasiado, la verdad. Si la Ciencia ya posee una imagen autoritaria, por sí misma, actuar de una forma rigurosa sin admitir la importancia del esfuerzo imaginativo a la hora de construir una explicación, da una imagen de "Ciencia de quisquillosos" o de gente que sólo sabe criticar, y no creo que esa deba ser la imagen que debemos dar de la Ciencia.

Así pues, seleccionaba un concepto, una idea o un prejuicio sobre la evolución (esto último muy común) y lo ilustraba mediante una escena de la película. ¿Qué empecé señalando? De la película *"Evolution"*, seleccioné 4 trozos que incluían la idea de "direccionalidad" evolutiva.

Desde el comienzo señalo cómo una nueva forma de vida extraterrestre "evoluciona" y sigue (de forma vertiginosa) los mismos pasos y andanzas que ha seguido la vida en la Tierra. Cómo, desde una primera fase unicelular, pasa a estructurarse el reino vegetal y fúngico, de este se pasa al reino animal, se desarrollan los reptiles, las aves (mezclado esto con la adaptación al oxígeno) y por último se llega a la fase de primates (fase en la que el organismo extraterrestre acabará obteniendo inteligencia). Dicho de otro modo. Si se rebobina la película de la vida en la tierra, y se vuelve a proyectar,... las cosas serán como son ahora.... conviene explicar el principio antrópico débil.

Es difícil hacer ver que la historia de la vida es como,... una lotería. Si juegas, existe una probabilidad de que toque el premio gordo a tu número. Supongamos que te toca el premio, además de que vas a ser muy feliz, nada te garantiza que vuelva a tocarte si juegas de nuevo (aunque sea posible que esto ocurra).

Supongamos que nuestra autoconciencia, capacidad de abstracción y lenguaje son un premio "gordo". La inteligencia y la autoconciencia PUEDEN surgir evolutivamente, nosotros somos la prueba de ello, otra cosa es que SIEMPRE surja la inteligencia. Los seres humanos solemos engañarnos con eso. ¿Qué es lo que nos hace creernos tan especiales o resultados probables de la evolución? ¿Es esto algún tipo de ilusión cognitiva?

Pensar en lo raros que somos incluso nos confiere un aura de "casualidad cósmica" que nos hace sentir especiales, pero por otro lado corremos el riesgo de ver en ello una "tendencia cósmica" hacia nosotros. Además, seamos honestos, el ser humano no es racional, tiene la capacidad de usar la razón, otra cosa es que lo haga a menudo.

Y al igual que esto hay otros clichés y tópicos que refuerzan esta creencia. La conocida marcha del "progreso" que ilustra la evolución hacia,... nosotros. Se puede ver

reflejada en multitud de lugares muy cotidianos. Desde el anuncio de Donuts hasta el cartel de la película "Dos tontos muy tontos 2". Esto condiciona la visión de la historia de la vida como "tendente a...". Tratada de una forma más amena se puede ver esta "marcha" en la película "Ice Age".

En la misma película, también se ironiza con las extinciones y con el hecho de que siempre parece que las especies pueden "elegir" sus destinos evolutivos, mediante alguna invención evolutiva, sea ésta del tipo que sea. Una nueva especie tendrá éxito en la lucha por la existencia frente a otra especie previamente existente, sólo "si ha sufrido" (ya que siempre parece que las especies pueden "elegir" sus destinos evolutivos) alguna invención evolutiva, sea ésta del tipo que sea.

Hay que presentar que se evoluciona en un entorno y es el entorno el que va a seleccionar. Es decir, que el escenario,...también cuenta. El entorno marca "óptimos", es decir formas o estrategias más **adecuadas** (con más números de lotería) para sobrevivir en ése entorno. Pero de lo que se trata, simplemente, es de pasar a la siguiente fase, sin olvidar que ser un "óptimo" no garantiza necesariamente la supervivencia, ya que el entorno, puede cambiar de repente.

Esta creencia en los óptimos puede verse en la película "El enigma de otro mundo", donde el científico, caracterizado mediante una enorme serie de clichés, nos da un excelente discurso sobre el ser vegetal venido del espacio.

No obstante donde se muestra (y ridiculiza) esta creencia sobre óptimos y tendencias es en la película "Mars Attack". Por no mencionar otros prejuicios que suelen acompañar nuestra forma cotidiana de pensar (Mas cabeza implica más inteligencia. Lo más nuevo es mejor. Superioridad de los valores de Occidente).

Tras presentar todo esto, he apartado (que no desterrado) algunos prejuicios de la cabeza de los alumnos y dispongo de una base con la que empezar a mostrar cómo funciona la evolución.

## CÓMO FUNCIONA LA EVOLUCIÓN

*"Algo está pasando aquí. El qué,... no está demasiado claro"*

Volviendo a esa definición que he dado al principio: Descendencia con modificación,... seleccionada por el entorno. Esta selección es un proceso de "mejora" paulatino respecto a un óptimo. Las estirpes tienden a acercarse a ése óptimo y juegan en forma de apuesta, no con lo que mejor tienen, sino con lo que buenamente pueden. Si una estrategia funciona, **aunque no sea un óptimo**, es válida.

Sigue siendo sorprendente para muchísimas personas que un proceso tan simple y desordenado pueda producir estructuras tan bien adaptadas. Aparecen estructuras que se autorepican y si el entorno no se las carga antes de autoreplicarse, perdurarán. Sólo es cuestión de mantenerse lo justo para seguir jugando. La direccionalidad evolutiva realmente no va más allá de la reproducción.

Somos un proceso bioquímico que debe mantenerse. Y esto último no gusta porque presenta la Vida, simplemente como una forma más de trascendencia de

determinados ciclos o procesos de la materia en el espacio y en el tiempo (las estrellas es otro ciclo de estos, por ejemplo).

Muchos alumnos me lo han descrito como algo muy "agónico". Había un juego de video consola que ilustra muy bien esta "agonía" por la replicación. En este juego manejabas a un guerrero que para poder cruzar un abismo tenía que saltar sobre una baldosa que caía desde lo alto, tomar impulso sobre ella y saltar al otro lado del precipicio. En el videojuego, por lo menos existía un lado al que cruzar, el objetivo de las formas autorreplicantes es simplemente saltar a "otra" baldosa. No hay un lado al que llegar, sólo mantenerse.

Alguna persona puede pensar que somos especiales, más allá de este simple (pero maravilloso) proceso, por el hecho de poseer lenguaje o autoconciencia. No debemos olvidar que esto último son subproductos de estos procesos. El lenguaje, considerado como un producto evolutivo, sería una herramienta o "apéndice mental" mediante el cual podemos transmitir más información a nuestros descendientes (eso implicaría otras aptitudes como la buena memoria) y así aumentamos nuestras posibilidades de supervivencia, pero como he dicho antes no por ello se dispone de un óptimo automático ni de una garantía.

Alguna persona puede pensar que entonces no tiene ningún encanto saber que sólo somos ciclos y procesos de moléculas, pero ¡Vaya ciclos y procesos! ¡Lo que son capaces de hacer! Casi tendríamos o deberíamos hacer ver que la idea de la evolución lo impregna todo incluso afecta a la forma en la que pensamos. Dicho de otro modo: La creatividad surge del desorden. Cuestión del entorno.

## **CÓMO PENSAR LO QUE NO SE LE HA OCURRIDO A NADIE**

La respuesta más directa sería "*Echar una siesta y soñar algo*". Nuestros sueños están repletos de cosas originales. Sus elementos son todos viejos (nuestros recuerdos del pasado), pero las combinaciones son al menos originales. Las combinaciones compensan con su variedad lo que les falta de calidad, como cuando soñamos con Groucho Marx conduciendo un autobús por la Plaza de España mientras habla de fútbol con la presentadora del telediario. En nuestros sueños quedan alterados épocas, lugares y personas. Podemos ilustrar esto con un ejemplo realizando un sencillo juego de escritura creativa.

Seleccionamos seis "voluntarios" y proporcionamos a cada persona una hoja en la que vienen escritas las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Quién fue?
- ✓ ¿Qué hizo?
- ✓ ¿Qué dijo la gente?
- ✓ ¿Qué dijo?
- ✓ ¿A dónde fue?
- ✓ ¿Cómo acabó todo?

A cada pregunta le corresponde un espacio en blanco a su derecha en la hoja de papel. Este espacio puede doblarse para ocultar la respuesta que se ha escrito en él. Cada persona responde mentalmente a las seis preguntas y **escribe en secreto la respuesta** que se imagine **a la primera pregunta y sólo a la primera pregunta**. Esta respuesta puede ser la que se desee (Por ejemplo: ¿Quién fue? Darth Vader, Superman, el presidente del gobierno, etc, todo está en función de la historia que haya imaginado).

Una vez que haya contestado a **la primera pregunta**, dobla el pedazo de papel correspondiente a su respuesta (ocultándola así a la vista de los demás) y entrega su hoja así doblada a otra persona. Ésta a su vez, responderá a la segunda pregunta y repetirá el proceso anterior. Se continuará así hasta que se haya contestado a las seis preguntas, sin que ninguna persona sepa qué han escrito las demás. Una vez hecho esto, leeremos las historias así compuestas, y comprobaremos que hemos creado una nueva historia "mezclando" historias viejas. La nueva historia será original, probablemente divertida y lo más asombroso: ¡hasta puede que le encontremos sentido! El criterio de calidad, lo escogemos nosotros: Si nos hace sonreír, si somos capaces de recordarla una vez acabada la actividad, etc.

Ya vemos que crear una novedad no es difícil. Más bien es sencillo. Cualquier combinación de elementos viejos puede servir, el problema no es la **cantidad**, sino la **calidad** de lo creado. La naturaleza funciona de una forma muy parecida para crear. Mediante las mutaciones espontáneas, los errores de copia y "barajar el mazo" (es decir, la mezcla y combinación de diferentes caracteres o sexo).

## EL MOTOR EVOLUTIVO Y EL CONTROL DE CALIDAD

Casi todo el mundo cree que las mutaciones (como cuando un rayo cósmico cae sobre el ADN, descolocando una de sus bases y permitiendo que otra ocupe su lugar) son el origen de nuevos genes. En realidad la naturaleza dispone de otros dos mecanismos para crear que también tienen mucha importancia. Los errores de copia y "barajar el mazo". O llamado **SEXO** (y con éste anuncio, seguro que he logrado captar su atención).

En resumen, para conseguir algo nuevo, lo único que hay que hacer es descuidar la vigilancia. También la naturaleza se esfuerza por hacer que las cosas se mezclen: cada vez que se forma un espermatozoide o un óvulo los genes de dos cromosomas que forman un par se recombinan (en el sobrecruzamiento de la meiosis) antes de separarse de nuevo para conformar la estructura cromosómica del espermatozoide o del óvulo. Y de hecho la fecundación del óvulo por parte del espermatozoide dará lugar a un individuo completamente nuevo, que (en la mayoría de los casos) puede "elegir" (entre comillas), utiliza un gen heredado de la madre o la versión del mismo gen heredada del padre. Así pues el gran problema no está en la novedad, sino en la calidad (como indicaba al principio).

¿Cómo funciona la naturaleza para obtener calidad? El sistema habitual consiste en intentar muchísimas cosas y ver cuál funciona, dejando que las otras se pierdan por el camino. A menudo en muchísimas especies se dan elevadas tasas de mortalidad



infantil y juvenil y sólo unos pocos individuos de los que han nacido alcanzan la madurez sexual para convertirse en padres. Gracias a esto los animales y las plantas van cambiando a lo largo de muchísimas generaciones, convirtiéndose en variantes mejor adaptadas a las condiciones ambientales de su entorno.

En cada nueva generación, la naturaleza prueba una gran cantidad de variantes, algunas de las cuales están mejor adaptadas al entorno que las otras. Poco a poco, de este proceso, va surgiendo una forma con calidad y especializada.

Un problema derivado de esto, es especializarse demasiado. No olvidemos que el entorno puede cambiar de improviso (o gradualmente) y ya la hemos fastidiado. Casi todas las variaciones al azar de una conducta establecida (aunque solamente alteremos el orden de las acciones) suelen ser poco eficientes cuando no peligrosas ("Mira después de saltar").

Una vez más el problema está en la calidad y no en la novedad en sí. La mayoría de los animales se limita a repetir soluciones de eficacia probada (como los detergentes) y heredadas de antepasados que sobrevivieron el tiempo suficiente para reproducirse con éxito.

## **EVOLUCIÓN: LO NUNCA DICHO**

La idea darwiniana es engañosamente simple. Cuando la gente dice que algo es darwiniano suele referirse únicamente a una parte del proceso darwiniano. Además, frecuentemente, también se suele creer que la "Teoría de la evolución" es una sola teoría cuando realmente,... ison varias! Y éste, sin duda es uno de los más asombrosos prejuicios que suelo romper a los alumnos.

En buena medida la culpa es del propio Charles Darwin (ese señor con barba que siempre ponen en los artículos sobre evolución) quien ha menudo hablaba de su "*Teoría del origen de las especies modificadas mediante selección natural*" como un todo. Como si la teoría del origen común de las especies fuera inseparable de la teoría de selección natural. La actual Teoría Evolutiva es una síntesis del neodarwinismo y la Teoría génica.

Cuando decimos que un proceso es darwiniano queremos referirnos a que se pueden definir seis aspectos esenciales:

- A) Debe existir una pauta (normalmente, una secuencia de ADN, pero por ejemplo también puede ser una melodía musical o una pauta cerebral asociada con un pensamiento).
- B) De algún modo, se hacen copias de esta pauta (como cuando se dividen las células o alguien silba una melodía que ha escuchado).
- C) De vez en cuando aparecen variaciones de la pauta, debidas a errores de copia o a una recombinación de los elementos.
- D) Las distintas variantes de la pauta compiten por ocupar un espacio limitado (cuando dos hierbas compiten por ocupar un jardín).

E) El éxito relativo de cada variante depende de una ambiente con múltiples aspectos (para las hierbas: las horas de luz solar, los nutrientes del suelo, la frecuencia con la que se riega, la poda o la siega, etc.).

F) Sobre todo el proceso sigue una trayectoria. Es decir, la siguiente generación se basa en las variantes que sobrevivieron hasta la madurez, y eso altera la base desde la que variantes supervivientes difunden su apuesta reproductiva. Lo mismo sucede con la siguiente generación, y con la siguiente a ésta. Esta supervivencia diferencial hace que el proceso no se desarrolle completamente al azar. De hecho, se basa en las pautas que sobrevivieron al proceso de selección ejercido por las múltiples facetas del entorno.

### ¿ERA DARWIN UN GAMBERRO INTELECTUAL?

Una vez, me dijeron que yo era un "gamberro intelectual", simplemente se referían a que daba la impresión de ser un iconoclasta (realmente debo ser peor que eso,... soy un escéptico). No obstante, me gusta esa descripción,... la aplico a aquellas personas que con sus ideas invitan a romper los esquemas y cauces de pensamiento habituales (haciéndonos dudar). Los revolucionarios en definitiva.

Estas personas frecuentemente suelen ser inventores de alguna forma de ver el mundo (pero suelen estar en minoría), hasta que con un número lo suficientemente grande de invenciones, aportaciones y personas afines, sus ideas pueden "colapsar" en forma de diferentes paradigmas.

Todos deberíamos hacer dudar (y esto es muy bueno sobre todo si se invita a cuestionar la autoridad), cuando se duda se piensa (algo muy necesario) y el objetivo de la Ciencia es que la gente piense por sí misma.

Así pues,... ¿Qué hizo Darwin para sentar las bases de una revolución? La rotura con el Esencialismo. La verdadera revolución de Darwin. El **Esencialismo** ha dominado el pensamiento Occidental durante más de 2000 años y se remonta al pensamiento geométrico de los Pitagóricos (inada menos!).

Por ejemplo: un triángulo, independientemente de la combinación de sus ángulos, siempre tiene la forma de un triángulo. De forma análoga, todos los fenómenos variables de la naturaleza pueden considerarse un "reflejo" de un número limitado de "eide" o esencias. Para una forma de pensar esencialista no puede haber evolución: sólo puede haber una aparición repentina de una nueva especie por una mutación o saltación importante (De repente, ¡hop! una nueva especie aparece en escena).

Hasta la época de Darwin, todos los filósofos eran esencialistas (ya fueran idealistas o realistas, materialistas o nominalistas, todos veían a las especies como "clases naturales"). De hecho la influencia del esencialismo es muy grande debido a que en parte su principio está asentado en nuestro lenguaje, esto es, en cómo hablamos. Fijémonos que designamos con un único nombre singular a fenómenos muy variados de nuestro ambiente como montaña o casa. Aunque haya una gran variedad de clases de montañas o casas, y aunque las clases de montañas o casas no mantengan una relación directa entre sí (como sucede con los miembros de una especie).

El pensamiento esencialista ha tenido mucho éxito en la Ciencia y es absolutamente necesario en Lógica, Matemáticas y Física ya que de esta forma podemos hacer generalizaciones, buscando lo que hay de común en las cosas y procesos, si observamos la naturaleza, parece haber un apoyo a las afirmaciones esencialistas.

Pero también hay que constatar que existe una gran diferencia entre las aves y los mamíferos o entre las mariposas y los escarabajos.

En la vida diaria nos comportamos en gran medida de forma esencialista (tipológica) y sólo somos conscientes de la variación cuando comparamos individuos. El que habla de "Los suecos", "Los españoles" o "Los intelectuales" manifiesta un pensamiento esencialista. Este tipo de lenguaje ignora (o excluye) el hecho de que cada ser humano es único, ningún otro individuo es idéntico a él.

En Evolución se emplea un cliché (como el del científico con la probeta) para hacernos ver un paso progresivo en el que hay una transformación cualitativa de un elemento a otro. El problema es abordar o poseer un prisma, gafa o filtro esencialista a la hora de interpretarlo.

## **SOBRE LA ADAPTACION Y FORMACIÓN DE ESPECIES: EL POTENCIAL DE LA PLASTILINA**

*"Pero,... ¡Eso es jugar a ser Dios!"*

Voy a proponer un ejercicio, barato y sencillo que nos va permitir ilustrar mediante una analogía cómo cambian las especies, cuando se está hablando de cambio a través del tiempo geológico. Con ello podemos ilustrar el papel fundamental del entorno a la hora de explicar la diversidad biológica y por qué se forman las especies. Y también podremos atacar algunos prejuicios y conceptos erróneos, por ejemplo: la creencia de que existe una tendencia o dirección preferente en la evolución (tendencia que misteriosamente invita a pensar a muchas personas que la evolución está encaminada a producir inteligencia o autoconciencia en vez de, por ejemplo,... puerco espines).

Es cierto que todo el proceso de cambio sigue una trayectoria basada en un proceso de selección ejercido por las múltiples facetas del entorno y esto va a marcar una serie de soluciones o estrategias de supervivencia posibles con sus óptimos respectivos. También es cierto que la vida compite por unos recursos y un espacio limitado, así pues, es mucho más ventajoso "arremolinarse" alrededor del óptimo para esa estrategia. Pero eso no garantiza absolutamente nada, el entorno puede cambiar, el éxito relativo de cada variante depende de múltiples aspectos y cada individuo en un entorno dispone de muchas soluciones de supervivencia pudiendo escoger varias a la vez (aunque no disponga de óptimos) y por si fuera poco, en el juego de la vida, lo único que se pide es sobrevivir hasta lograr aparearse. Bien, así las cosas y a modo de introducción empecemos a ilustrar esto.

Como he dicho antes, el éxito depende de múltiples aspectos y cada individuo dispone de muchas soluciones posibles de supervivencia pudiendo escoger varias a la vez, pero siempre limitado por la herencia de sus antecesores. Es decir, el individuo va a utilizar o reutilizar lo que buenamente tiene. Algo análogo a emplear una herramienta con un propósito diferente para el que fue diseñada.

Reutilizando podemos crear un nuevo abanico de posibilidades mucho más amplio. Y esto, también se da en la naturaleza (vean sino las alas de los insectos). Esto se puede ilustrar dando un uso alternativo para... un ladrillo. Y de paso haremos un poco de "gimnasia mental", un ejercicio destinado a preparar nuestra imaginación, convertir la clase en algo bastante inusual y pasar un buen rato ¿Quién pensaba que hacer Ciencia no era divertido?

¿Para qué puede servir un ladrillo además del uso para el que fue concebido y diseñado? (Ahora el público deberá participar proponiendo un uso alternativo a un ladrillo sin ningún prejuicio hacia el resultado).

Una buena estrategia es ponerse en una situación cualquiera con el ladrillo como único recurso. Con ello ya estamos en disposición de inventar,...limitados por la herramienta, ahora pasaremos a conocer otra parte, limitados por la herencia. Para ello, usaremos plastilina, la cual nunca estará lo suficientemente reconocida y ponderada por su enorme aportación al campo de las didácticas. Es increíble el potencial del que dispone un recurso tan humilde y divertido como es la plastilina.

Fabricamos un apéndice con plastilina. Imaginamos un individuo que dispone de un apéndice alargado, aplanado, amorfo,... da igual. Partiendo de éste hipotético apéndice de plastilina (que en el futuro será un miembro especializado) haremos una "selección" por el entorno, que deberán cargar cuestas con su herencia anterior (modificaciones). El papel del participante es el de una mutación que "acierta" y es seleccionada según el óptimo que él mismo marque.

El profesor puede de forma aleatoria alterar el entorno y obligar al participante de marras a ingeniárselas para resolver el problema del óptimo de la supervivencia en el nuevo entorno con su apéndice especializado, o bien dándole una nueva utilidad o bien pidiéndole al participante que invente una nueva solución (pasando el condicionante de ésta solución al siguiente participante que deberá resolver el problema del óptimo de la supervivencia).

Los alumnos pueden dar (y suelen hacerlo) con diferentes formas muy divertidas y originales de adaptarse al entorno cambiante partiendo de las limitaciones impuestas por sus antepasados (en esta caso sus propios compañeros). El resultado de estas actividad es que partiendo de un solo apéndice obtenemos diversas estirpes de apéndices para una y diferentes utilidades.

También es un buen momento según la inventiva de cada participante de introducir las estrategias adaptativas K y R. O incluso plantearnos si podemos hablar de "progreso" como camino "hacia" o como tendencia hacia un determinado óptimo local (que no garantiza ningún tipo de "superioridad" global).

Y con esto, ¡hasta se puede sacar dinero!... ya que la variedad y el desarrollo de los apéndices pueden venir de maravilla para obtener por ejemplo cubiertos multiusos propios de un "Todo a 100" o de una tienda de Deportes de aventura y supervivencia.

## A MODO DE RESUMEN FINAL (CAFÉ, COPA Y PURO)

Cuando hablamos de la Evolución por lo general nos queremos referir a dos cosas. La Herencia por una parte (responsable del cambio) y la Variación por otra (no olvidemos nuestra definición "de andar por casa": Descendencia con modificación).

El desarrollo es la expresión de los genes (que representan la herencia), pero la Evolución no consiste sólo en un cambio de las frecuencias de los genes en las poblaciones. Al mismo tiempo es un proceso que afecta a órganos, conductas e interacciones de individuos y poblaciones. Es decir debemos hablar del mecanismo de cambio evolutivo y del mecanismo de selección.

Una nueva especie tendrá éxito en la lucha por la existencia frente a otra especie previamente existente si ha sufrido alguna invención evolutiva, sea ésta del tipo que sea y ésta le es ventajosa. En Evolución podemos ver un paso progresivo en el que hay una transformación cualitativa de un elemento a otro, pero no debemos interpretar esto con un prisma o filtro esencialista. Creo que con esto, de momento, es suficiente...

Me gustaría acabar, recordando que en Ciencia (y en esta actividad) todos los modelos empleados son simplificaciones de la realidad que nos permiten comprender (o visualizar) un aspecto de la misma. Así pues, ¿por qué deberíamos saber Ciencia? (y sobre la Ciencia). Si sólo manejamos simplificaciones, descripciones y supuestos acerca de cómo se comporta la realidad nunca habrá un conocimiento total,... ¡siempre habrá dudas! Cuando se duda se piensa (algo muy necesario) y ése el objetivo de la Ciencia: Que la gente piense por sí misma.

Lo más importante que he aprendido, no era algo en concreto, sino cómo he llegado a saberlo y cómo lo he ido aprendiendo. He aprendido que las cosas más importantes que la gente sabe (o debería saber) no se pueden expresar o exponer en forma de datos precisos (¿Cuándo estoy preparado para tomar mis propias decisiones? ¿Cuál es la mejor manera para conseguir que la chica de mis sueños se interese por mí?). Así, pues, no es importante saber muchas cosas, sino poseer una buena disposición para aprender.

Lo que nos hará mejores personas no será lo inteligentes que seamos ni todo lo que sepamos sino, ... un buen corazón.

---

<sup>1</sup> Prometeo es un grupo de personas dedicado a la educación y divulgación científica. El grupo está compuesto, asesorado y colabora con diferentes profesionales de diferentes áreas de las ciencias para dar a conocer la Ciencia (y el pensamiento científico) de una forma **interdisciplinar**, a todo tipo de público. Como somos conscientes de que nunca podemos saber con exactitud en qué persona estamos creando una inquietud, sólo podemos pretender **invitar** a conocer la ciencia, mostrar cómo funciona y que la gente pase un buen rato con nosotros. Pretendemos enseñar "cómo funciona" en realidad la Ciencia, intentando desengañar de la mitología que pretende hacer creer que los científicos operan con verdades "exactamente probadas". Hacemos ver que en ocasiones se hace ciencia de forma chapucera. Que la Ciencia es conocimiento, hecho con imaginación por seres humanos. Este lado es importante mostrarlo, porque creemos que el lado más humano de la ciencia y el que más puede invitar a conocerla. ¡Y si lo podemos hacer con una sonrisa, mucho mejor! Intentamos enseñar que nuestro conocimiento tiene límites (no se trata de saberlo todo, sino de saber que no somos capaces de saberlo todo). Que mucho mejor que tener

---

*respuestas es tener la capacidad para producirlas. Que hay que aprender a estar dispuestos a equivocarse y no tener miedo al fracaso. Y que las cosas más importantes que la gente sabe o debería de saber,... no se pueden expresar en forma de datos precisos.*